

¿Tiene solución la ciudad?

MARIANO VÁZQUEZ ESPÍ¹
Ondara (España), 21-6-2008.

Resumen

La hipótesis principal es que el crecimiento conduce inexorablemente a un rendimiento económico continuamente menguante, lo que nos coloca en una situación paradójica: siendo la economía un "juego de suma cero", sostener y acrecentar la riqueza monetaria de las poblaciones ya ricas requiere cada vez más esfuerzo, es cada vez más difícil, requiriendo mayores poblaciones que explotar a la vez que mayor transporte a fin de ampliar mercados, extraer recursos a mayores distancia, etc. Y puesto que la jerarquía mundial de conurbaciones, desde las denominadas ciudades globales hasta las megalópolis del Tercer Mundo, forman la máquina clave que sustenta el crecimiento, las conurbaciones se han ido transformando en los nodos fundamentales de la red de flujos y en el espacio del conflicto. Y nada, salvo el **decrecimiento**, puede modificar esa transformación.

Palabras clave: conurbación, crecimiento urbano, desarrollo económico, deterioro ecológico

Recientemente participé en unas jornadas bajo el título "La ciudad es la solución", un *slogan* que parece ganar adeptos: con pocas semanas de antelación, el arquitecto español LUIS FERNÁNDEZ-GALIANO disertaba bajo un título más explícito "El clima es el problema, la ciudad la solución". Mi tesis es en cierto sentido contraria: desde mi punto de vista **las conurbaciones son el problema**. La sobrecarga de uso sobre el término "ciudad" puede inducir a confusión: ¿Qué significa en realidad? ¿La asamblea urbana de la *polis*, con al menos 5.000 almas? ¿La conurbación de Tokio con más de 33 millones de personas? Para evitar enredarnos en discusiones bizantinas conviene recordar que el neologismo **conurbación** fue acuñado por PATRICK GEDDES, en 1915, para hacer una distinción con lo que anteriormente se entendía por **ciudad**. Y que posteriormente LEWIS MUMFORD (1938) consideró que el proceso contemporáneo de crecimiento urbano era un proceso de **desurbanización**, esto es, de destrucción de las antiguas ciudades, cuyos restos han pasado a ser objeto de atracción turística en muchos casos.

En lo que se refiere al cambio climático, hay que recordar que se trata tan sólo de un aspecto parcial de la **contaminación atmosférica**, uno de los doce problemas generales que caracterizan la actual crisis ecológica. Vista ésta en su conjunto, resulta pretencioso, sino directamente hipócrita, concentrar tantos esfuerzos en evitar el cambio climático (apoyados en predicciones necesariamente inciertas y a través de medidas tecnológicas y financieras tan sofisticadas como incomprensibles para la población), mientras se deja de lado la solución de problemas mucho más cercanos y abarcables como la destrucción del suelo fértil, el despilfarro de agua dulce o la escandalosa disparidad de rentas monetarias (los problemas más directamente abordables varían de país en país: mis apreciaciones concretas obviamente se refiere a España).

En lo que se refiere a nuestras ciudades, en 2007 albergaban a la mitad de la población mundial, y consumían bastante más del 80 % de los recursos agotables del planeta, lo que indica que la batalla por resolver esa crisis hay que darla, sobre todo, en territorio urbano, algo distinto a que proseguir con el desarrollo urbano, y la simultánea concentración de la población en conurbaciones, sea solución de alguna cosa (incluso si esos desarrollos en las periferias urbanas se anuncian como "ecológicos", plagados de viviendas "bioclimáticas", y realizados de forma "respetuosa con el medio ambiente"). Que 2007 sea justamente el hito en que la mitad o más de la humanidad esté concentrada en territorio urbano depende obviamente de dónde situemos el límite para considerar un asentamiento humano como urbano, además de toda una retahíla de incertidumbres estadísticas. Aquí recojo la opinión de JEREMY RIFKIN.

Un planeta mediano

El cambio climático es una consecuencia más del proceso de crecimiento iniciado unos siglos atrás en Europa. (De hecho, su posibilidad fue anticipada por JOSEPH FOURIER en 1827, hace casi doscientos años. Y las tres claves del calentamiento global fueron establecidas por GUY CALLENDAR en 1938: le haríamos justicia si hoy habláramos del **efecto Callendar** en vez del **efecto invernadero**. Véase, por ejemplo, VÁZQUEZ, 2003.) La primera obviedad en la que hay que insistir es que **cualquier crecimiento indefinido resulta insostenible en un espacio fijo**: hoy sabemos que el planeta que nos aloja no crece (en el siglo XVIII se pensaba lo contrario) y el crecimiento demográfico debería ser nuestra preocupación primordial. Sin embargo, las bajas tasas de natalidad se siguen leyendo en clave negativa (y se arbitran medidas para fomentarla). No es de extrañar, pues es un factor principal del crecimiento monetario: a fin de cuentas, para que unos pocos sigan ganando más millones de euros al año es imprescindible una cohorte creciente de trabajadores explotados y consumidores convenientemente adoctrinados.

¹Doctor arquitecto, responsable del Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S) de la Universidad Politécnica de Madrid.



Figura 1: La crisis ecológica.

Una mirada fría y estadística al crecimiento de la población y del consumo de combustibles desde 1800 muestra una correlación prácticamente perfecta. Son dos factores que parecen influirse mutuamente, sin que sea fácil decir cual es el huevo y cual la gallina. En general, la relación entre recursos y población es compleja: uno de los modelos más sencillos, la "ecuación logística", sirve como ejemplo de la teoría matemática del caos o de la geometría fractal. Por ello resulta bastante inútil hacer predicciones demográficas: por ejemplo, NU apuesta por la estabilización hacia 2050 (aunque para ello necesita suponer que España contará en 2050 con tan sólo 30 millones de habitantes, frente a los 45 actuales). Pero cualquier cosa puede pasar. Con todo, entre 1800 y nuestros días la relación entre población y recursos parece simple: crecen al unísono. Se advierte también que, en términos relativos, el patrón de densidades ha permanecido básicamente constante: China e India se han mantenido en cabeza durante dos siglos.

Al lado de estas tendencias uniformes hay otras que no lo son: Europa inició su gran expansión demográfica en el XIX y fue el origen de sucesivas oleadas migratorias; ese papel hoy lo tiene el "tercer mundo": los países pobres exhiben ahora la misma estrategia demográfica que las **presas** en los ecosistemas no-artificiales, mucha descendencia con altas tasas de mortalidad; los países ricos por el contrario siguen la de los **grandes depredadores**, poca descendencia que recibe mucha atención con altas tasas de supervivencia (NAREDO, 2004). Una novedad es, precisamente, la aparición de conurbaciones grandes. Y puesto que son ellas las que lideran el consumo de combustibles, hay que tener presente su influencia, aun indirecta, sobre el crecimiento demográfico; para este análisis no hay que centrarse en la natalidad, sino sobre todo en los movimientos migratorios: la urbanización de la población continuará mientras se mantenga el escandaloso gradiente en el disfrute de recursos.

La población no sólo crece desde entonces, se **concentra** en esas grandes conurbaciones y lo hace de una forma paradójica. Pues aunque lo que trae a la mente la expresión "concentración urbana" es el hacinamiento, esas riadas de gente en las calles centrales de las grandes metrópolis, lo cierto es que las conurbaciones, según crecen en tamaño, disminuyen en densidad, requiriendo ocupar cada vez más espacio por cada habitante que alojan, a la que vez que su huella ecológica *per capita* también aumenta. De esta forma, el debate entre ciudades compactas de alta densidad y ciudades difusas de baja densidad resulta ser un falso debate: al aumentar el tamaño de la ciudad, cualquiera que sea su morfología urbana, la densidad urbana disminuye. El debate central debiera ser entre ciudades pequeñas (históricas) y conurbaciones grandes, por las razones precisas que examinaré más adelante

Cuadro 1: **Densidad urbana**

Densidad de población en áreas metropolitanas (hab/Ha)					
	1960	1990		1960	1990
Amsterdam	99	54	Melbourne	21	14
Frankfurt	87	46	Nueva York	29	21
Londres	65	42	Tokyo	85	71
París	69	46	Washington	21	13

Crecimiento de la población, crecimiento monetario, crecimiento del consumo de recursos, crecimiento urbano. Cuatro tendencias que se retroalimentan de forma compleja y que, según avanza el tiempo, van acercándonos a los límites físicos y geométricos de un planeta mediano, abierto a la energía, pero en clausura material. Las cuatro tendencias caracterizan lo que se suele denominar como «desarrollo económico» o «civilización urbano-industrial». Y en su avance hacia los límites del planeta esta civilización va generando deterioro ecológico. De este modo, «desarrollo económico y deterioro ecológico» son las dos caras de un mismo proceso, como bien han demostrado NAREDO Y VALERO (1999) en un libro titulado precisamente así (y cuya lectura es **altamente recomendable**).

Si lo que se quiere resolver, o al menos paliar, es el creciente deterioro ecológico, el diagnóstico apunta a detener el desarrollo económico. Un objetivo que choca frontalmente con nuestros valores sociales, basados casi en exclusiva **precisamente** en la valoración económica. Lo que el problema demanda es, por tanto, un radical cambio de los valores sociales que guían nuestros afanes colectivos.

El concepto de «desarrollo sostenible», una patente contradicción al decir de RAMÓN MARGALEF (2000), expresa el deseo colectivo de «nadar y guardar la ropa», es decir, la esperanza de que exista alguna forma de continuar creciendo sin producir deterioro. Pero desde el momento en que el deterioro proviene de la proximidad de los límites físicos del planeta, se trata de una consecuencia insoslayable del propio crecimiento, algo que no se origina en nuestras intenciones morales ni puede evitarse por más que deseemos hacerlo. El «desarrollo sostenible» es una suerte de mantra que puede mencionarse en casi cualquier foro sin miedo a pisar callos, pues en su calculada ambigüedad (véase NAREDO, 1996) caben todas las buenas intenciones: desde seguir aumentando la riqueza monetaria de las minorías ya ricas hasta crear nuevos parques naturales mientras se construye alrededor golosas urbanizaciones. Y como suele pasar con las oraciones, los acontecimientos siguen su curso mientras se

reza. Pero basta una consulta al diccionario para cerciorarse de que crecimiento y desarrollo es una y la misma cosa, sean cuales sean las buenas intenciones o los adjetivos empleados.

El crecimiento de la población es y ha sido una tendencia espontánea de la vida en el planeta, a pesar del peligro de suicidio que representa. La historia natural puede leerse, de hecho, como una sucesión de éxitos y fracasos en la búsqueda de la estabilidad demográfica. Aparte de la solución dramática de la extinción o la pandemia, una solución experimentada varias veces consiste en constituir organizaciones que se desarrollan hasta un tamaño fijo: las bacterias arcaicas se organizaron simbióticamente en la célula con núcleo; éstas en un organismo pluricelular; éstos en ecosistemas en equilibrio inestable (*clímax*). Sin embargo, la tendencia espontánea inicial (la proliferación bacteriana) sigue presente en la proliferación de células y organismos, sólo limitada por sus ecosistemas de pertenencia. La proliferación humana actual no deja de ser un nuevo caso de desbordamiento de los frágiles límites ecosistémicos, íntimamente ligada a la explotación de nuevos yacimientos minerales.

Es muy importante ver con claridad que el uso científico de la noción de desarrollo apunta siempre a una meta alcanzable, siendo por tanto el desarrollo una fase temporal acotada. El uso mitológico apunta, por el contrario, a ninguna parte. Así, por ejemplo, al considerar los distintos componentes del Índice de Desarrollo Humano, puede distinguirse claramente entre metas alcanzables (tasa de alfabetización, el 100 por cien) y metas inexistentes (renta monetaria *per capita*, siempre podrá ser mayor).

Metabolismo

El consumo de combustibles fósiles que se dispara en 1850 da pie a una organización básicamente **catabólica**, en la que el **anabolismo** va ir disminuyendo hacia el mínimo requerido por nuestra constitución biológica (no hemos conseguido alimentarnos de petróleo). El catabolismo inició (probablemente) la vida en este planeta. Pero si estamos aquí tras miles de millones de años de evolución es porque esa simple organización inicial aumentó su complejidad hasta incluir la fotosíntesis, es decir, la parte anabólica de un metabolismo ligado al Sol, viable a lo largo del tiempo que dure éste. Desde esta perspectiva, la Revolución Industrial puede leerse como un retroceso, es decir como un retorno hacia la organización biológica más arcaica del planeta, véase la Figura 2. Las organizaciones catabólicas son problemáticas en espacios cerrados debido a que funcionan extraordinariamente bien y proliferan velozmente, hasta que se desinflan ya sea por el agotamiento de los recursos, ya por una crisis de contaminación. La propia organización tiene muy difícil anticipar la crisis final debido a su propio éxito. Y éste podría ser el caso de la sociedad actual (recuérdese que hemos tardado casi dos siglos en enfrentar la alteración climática desde la primera llamada de atención, en 1827).

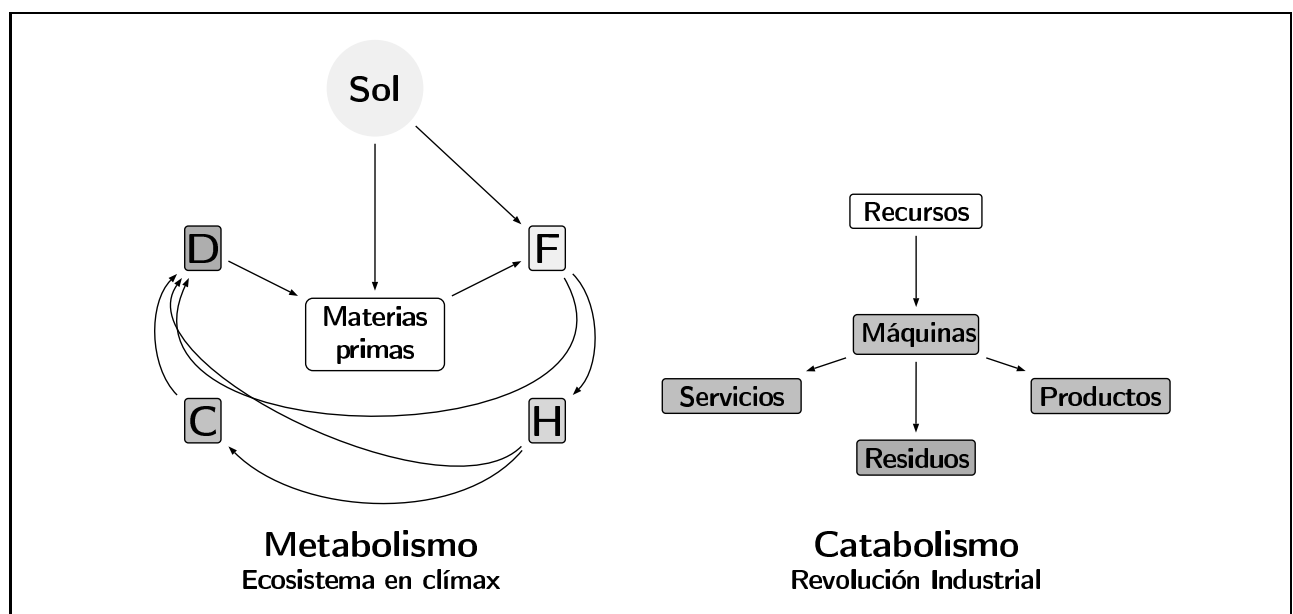


Figura 2: **Catabolismo y metabolismo**

En el metabolismo, la descomposición **D** representa el proceso catabólico principal, mientras que la fotosíntesis **F** es el impulso anabólico que empuja el ciclo completo. El origen de la vida fue probablemente un proceso catabólico muy simple.

Sólo hay una lectura alternativa que sea además optimista: que en vez de un retroceso, se trate del inicio catabólico hacia una nueva organización metabólica completa, que añadirá a bacterias, algas y plantas, un

cuarto nivel fotosintético artificial. Tal evolución no sería una historia sencilla (la evolución nunca lo es), pero sería la única acepción con la que la desafortunada expresión «desarrollo sostenible» tendría algún sentido. Pero puesto que los últimos avances técnicos (agrocombustibles, parques eólicos, automóviles híbridos, etc) se ponen al servicio de sostener el crecimiento, en vez de una transición a otro tipo de organización, queda poco lugar para el optimismo.

Conviene recordar aquí la existencia de propiedades emergentes, tal es el caso del carácter de residuo o recurso: los mismos materiales que pueden considerarse recursos o residuos en una catabolismo simple como la industria del XIX, pierden ese carácter en un metabolismo complejo, como el de los ecosistemas no-artificiales. Pues ese carácter no es una propiedad de los materiales, sino de la relaciones que otros componentes de la organización establecen con ellos. En el metabolismo complejo no hay propiamente residuos o recursos pues todo se recicla. En las ciudades contemporáneas, la basura orgánica resulta especialmente repugnante cuando hay huelga del servicio de recogida; en una aldea, es un material más que hay que procesar convenientemente para que sea de provecho (lo que también ocurre en aquellos lugares en los que los residuos son la última oportunidad de obtener recursos para los más desfavorecidos).

La ley de los cuadrados y de los cubos

GALILEO enunció para las estructuras mecánicas la ley de los cubos y los cuadrados en el siglo XVII en su *Discurso sobre dos nuevas ciencias*. Mucho antes de que se formulará la teoría de la elasticidad y de la resistencia de materiales que hoy empleamos, tuvo una intuición genial al plantearse en qué condiciones podría una columna resistir peso: para mantenerse erguida, la columna se apoya en el suelo a través de su base; además de su propio peso puede tener que soportar carga adicional transmitida por las vigas que se apoyen en su cabeza. GALILEO vió que si la resistencia de una columna depende del área de su base y su peso depende de su volumen, cuanto más grande se construya, aún manteniendo las proporciones entre el diámetro y la altura, más cerca estará del colapso, de agotar su resistencia. Para cierto tamaño, la resistencia de la base será la estrictamente necesaria para soportar su peso, y la columna será incapaz de resistir carga adicional. Una columna sólo un poco más grande se derrumbará **por sí misma**. Y todo por que la resistencia crece con la superficie de la base, con el **cuadrado** del tamaño, mientras que el peso lo hace con el volumen, al **cubo**.

En el caso de formas simples, como la de una columna cilíndrica, ese tamaño mecánico insuperable sólo depende de dos propiedades de cada material: su peso específico (la **carga** por unidad de volumen) y su resistencia (la **capacidad de transmitir carga** por unidad de superficie, sin rotura). Para un acero corriente es de 2.300 metros, para el hormigón 400, etc. Y la eficacia de una estructura de esa forma puede enjuiciarse en lo esencial comparando su tamaño con el insuperable del material o **alcance**. Así, un cable vertical de acero, colgado de un techo, de unos 230 metros de longitud, puede soportar una carga adicional en su extremo inferior del orden de 9 veces su propio peso, tiene una eficacia del 90 %. Un cable de 2.300 metros no sirve para soportar carga, eficacia nula.

Para superar el alcance de un material o bien hay que idear formas más complejas, por ejemplo cables o columnas de sección variable (lo hizo GALILEO con los huesos para demostrar que, de existir, los gigantes no se nos podrían parecer), o bien cambiar a otro material de mayor alcance. O ambas cosas a un tiempo. Cambiar de material significa mayor capacidad de transmitir carga a igualdad de todo lo demás. Pero, como es obvio, no existen materiales infinitamente resistentes. ¿Existe un tamaño insuperable en sentido absoluto? Es decir, ¿existe un tamaño insuperable cualquiera que sea la forma para un material dado? A día de hoy no hay una respuesta nítida. El mejor resultado disponible es que de no existir tal tamaño, el volumen de la forma óptima necesaria para la estructura crecería exponencialmente con el tamaño que se desee. No es una buena noticia: como en la leyenda del inventor del ajedrez, el consumo de material sería prohibitivo para grandes tamaños y, desde un punto de vista práctico, tales tamaños serían inalcanzables. (Personalmente, trabajo con la hipótesis de que sí existe ese tamaño insuperable, aunque la determinación de la forma óptima que lo define es un problema matemático difícil; en todo caso la cuestión sigue abierta, sin resolver.)

La observación de GALILEO se ha aplicado con éxito a otros sistemas físicos. La idea abstracta es sencilla: en cualquier sistema en que la densidad (carga) de un volumen tiene que **estar sostenida** por un flujo a través de la superficie que lo define (transporte), el crecimiento proporcional (manteniendo la forma) conduce a una situación de colapso. Pensemos por ejemplo en una ciudad circular (o una célula, para el caso sería lo mismo), con una densidad de población fija (lo que define los recursos necesarios), y con un perímetro por el que cada día llegan los recursos y se expulsan los residuos. Supongamos, de momento, que el transporte interior es instantáneo y que el metabolismo sólo depende del flujo a través del perímetro. Si la ciudad crece manteniendo constante lo demás (densidad y nivel de vida de la población, la forma circular, la capacidad de transporte por unidad de perímetro), entonces, mientras que la cantidad total necesaria de recursos y residuos crece con el cuadrado del radio (área del círculo), la capacidad total de transporte sólo lo hace con el radio (longitud de la circunferencia). Es fácil ver que, para algún tamaño, todo el perímetro de la ciudad tendrá que emplearse para el intercambio. Y para un tamaño mayor que ése, la ciudad colapsaría. Y no porque faltaran recursos (implícitamente he supuesto que la ciudad tiene el poder de explotar su entorno y que el transporte externo hasta la frontera no plantea problema alguno, también es instantáneo), sino porque no podrían distribuirse a tiempo. Paralelamente es fácil

ver que la ciudad tampoco podría librarse a tiempo de sus residuos (aunque no se hubieran agotado las áreas de vertido en el exterior de la ciudad). Lo importante aquí no es si hay suficientes recursos o si estos son agotables, la cuestión es si pueden siquiera **circular**.

Superar ese tamaño insuperable requeriría o bien cambiar de forma o bien cambiar el sistema de intercambio en el perímetro (el análogo a la resistencia del material de una estructura). Durante su crecimiento reciente, las ciudades han experimentado ambos cambios. Pasaron de formas compactas (mínima relación entre el perímetro y la superficie) a formas estrelladas (para que el perímetro crezca a la misma velocidad que la superficie). Y continuamente reforman y refuerzan sus sistemas de intercambio, buscando aumentar su capacidad para intentar atajar la congestión de todo tipo de tráfico. Cabe hacer una pregunta análoga a aquella a propósito de las estructuras: ¿existe un tamaño insuperable cualquiera que sea la forma para un sistema de intercambio dado? (Hasta donde sé, este tipo de especulaciones no ha merecido mucha atención en el urbanismo estándar.)

Este modelo simple, obvio, no representa en absoluto la complejidad de ninguna conurbación real. Pero en su simplicidad es un modelo de innegable solidez. Además, las conclusiones a las que apunta se mantienen al refinarlo. Veámoslo con algún detalle. Ni el transporte interior ni el exterior son instantáneos. Y además requieren superficie, lo que en el caso del interior, obliga a un crecimiento superior al estrictamente necesario por el crecimiento de la población (este no es el caso en mecánica, donde tanto el peso como la resistencia, el flujo, comparten el mismo volumen: es la misma materia la que supone una carga y la que la transmite a distancia: no es el caso de la ciudad). Mantener la capacidad de intercambio según crece el tamaño, obliga a aumentar proporcionalmente la velocidad efectiva del medio de transporte interior (lo que implica un aumento geométrico de su consumo energético: en general duplicar la velocidad requiere cuadruplicar la energía empleada) o bien un aumento de la capacidad de las vías. Al considerar las áreas de extracción de recursos y vertido de residuos extramuros de la ciudad, se llega a conclusiones similares respecto al transporte exterior: hay que ir más lejos pero en el mismo tiempo: o bien aumenta la velocidad o bien aumenta la capacidad de las vías. La expansión en las conurbaciones reales suele hacerse contra suelos fértiles (o en cualquier caso útiles) que antaño formaron parte de las áreas de extracción y aprovisionamiento de la ciudad. Tales suelos tendrán que sustituirse por otros más lejanos y, en general, de menor fertilidad. A fin de mantener la creciente extracción, habrá que o bien compensar la menor fertilidad con nuevos consumos energéticos o bien aumentar las áreas de extracción, lo que implica más lejanía, más transporte, etc.

Se mire por donde se mire, la expansión urbana y la paulatina concentración de la población en conurbaciones ha de tener como efecto una menor eficacia *per capita*. Es decir, cada urbanita consumirá más recursos y necesitará más suelo: aumentará el coste energético y disminuirá la densidad. Sin modelos refinados, y careciendo de la información estadística precisa para imaginarlos y alimentarlos, no es posible ir más allá de estas conclusiones cualitativas. Conclusiones de las que, en cualquier caso, podría demostrarse su falsedad mostrando que esa menor eficacia *per capita* no se ha producido durante la expansión urbana reciente. Sin embargo, las grandes tendencias de las últimas décadas validan provisionalmente estas conclusiones. En conurbaciones como la de Madrid, el consumo de suelo *per capita* crece al 3,74 % anual, véase el Cuadro 2; de continuar esa tendencia, en dos décadas, la conurbación ocupará una hectárea de suelo por cada madrileño que aloje. El análisis de la huella ecológica española, cuyos datos preliminares ha facilitado el Ministerio de Medio Ambiente recientemente para 2005, revelan que mientras que la huella *per capita* creció a un 1,2 % anual entre 1990 y 1995, durante el gran período de expansión urbana de 1995-2005 lo hizo al 1,8 %.

Cuadro 2:

Consumo de suelo en la Comunidad de Madrid

	1957	1980	1999	tasa anual media
Suelo ocupado (miles de hectáreas)	24,3	107,2	230,4	5,50 %
— usos no agrarios				
Población (miles de habitantes)	2.535	4.686	5.145	1,70 %
Ocupación <i>per capita</i> (m ²)	95,9	229	448	3,74 %

Fuente: NAREDO Y FRÍAS (2003)

Otro punto clave es la evolución del transporte. Tanto si se mide en valor monetario, como en sus propias magnitudes físicas (distancias y peso transportado), o en sus impactos (emisiones de gases de efecto invernadero), las tendencias de la gran conurbación europea, o las de España, muestran el mismo patrón: el transporte **siempre crece muy por encima de la media** (véase ESTEVAN, 2006). El mismo patrón se observa en la ocupación de suelo: así, en España, mientras que el total de superficie artificial creció un 30 % entre 1987 y 2000, la porción de esa superficie dedicada a autopistas, autovías y terrenos asociados lo hizo un 150 %, siendo la porción que más creció en el periodo (OSE, 2006). Ésta es una consecuencia clave de la ley de los cuadrados y los cubos en su formulación abstracta: el colapso, desde esta perspectiva, será un colapso por **incapacidad del sistema de intercambio**. Y en cierto sentido es una idea anticipada por la ecología: en palabras de MARGALEF (1992:88),

«cada ecosistema tiende a edificar su ciclo interno siguiendo el eje vertical definido por la luz y la gravedad. El transporte horizontal, dependiente de energía externa, se puede considerar como una perturbación [...] lo que llamamos contaminación consiste, generalmente, en una enfermedad del transporte en los ecosistemas».

Es importante notar que por transporte hay que entender **cualquier tipo de transporte**: por supuesto el motorizado (automóviles, ferrocarril, etc), pero también el de agua, gas o petróleo, también Internet como un sistema de transporte de información (algo esencialmente distinto a generar con conocimiento).

La proposición de GALILEO conduce a un modelo simplista pero muy sólido y que por ello presenta indudables ventajas. La primera de ellas es que puede ser refutado como hemos visto; y mientras no lo sea no pueden ignorarse sus consecuencias: **no podemos hacer como si no supieramos**. Estas consecuencias a su vez son claras, debido a que no hemos necesitado distraernos en complicados y siempre inciertos análisis *micro*. Y la consecuencia principal es que el crecimiento conduce inexorablemente a un rendimiento económico continuamente menguante, lo que nos coloca en una situación paradójica: siendo la economía un "juego de suma cero" sostener y aún acrecentar la riqueza monetaria de las poblaciones ya ricas requiere cada vez más esfuerzo, es cada vez más difícil, requiriendo mayores poblaciones que explotar a la vez que mayor transporte a fin de ampliar mercados, extraer recursos a mayores distancia, etc. Y puesto que la jerarquía mundial de conurbaciones, desde las denominadas ciudades globales hasta las megalópolis del Tercer Mundo, forman la máquina clave que sustenta el crecimiento, las conurbaciones se han ido transformando en los nodos fundamentales de la red de flujos y en el espacio del conflicto. Y nada, salvo revertir el crecimiento, parece que pueda modificar esa transformación.

Árboles y ciudades

Tal y como me sugirió MARGALEF, la ciudad tiene un cierto paralelismo con un árbol. En ambos, sólo una pequeñísima fracción del peso total es materia viva. La mayor parte de un árbol es materia muerta que asegura que esa pequeña fracción de biomasa pueda mantener una forma estable, disputar por la radiación solar y por los nutrientes del suelo.

A través de la ciudad y del árbol, los recursos y los residuos circulan, y una buena parte de la energía consumida se emplea en asegurar ese transporte. Mientras que la energía empleada provenga del Sol, ciudad y árbol están ligados a sus ciclos: el transporte debe asegurar el abastecimiento según los días y las estaciones, lo que es posible por debajo de ciertos tamaños.

El arquitecto y profesor SAENZ DE OÍZA solía definir en ocasiones la ciudad como el espacio geográfico que una persona humana puede recorrer entre el amanecer y el ocaso. Una sugerente definición, que desde luego tiene más que ver con la ciudad moderna, que con ninguna otra: para ciertos privilegiados existe la ciudad Madrid/Barcelona o la ciudad París/Londres gracias al voraz consumo de energías fósiles: desayunan en su casa, viajan para una comida de negocios muy importante, y vuelven a dormir al hogar. Y es por ello que cualquier ciudad presenta una notable diferencia con el árbol: en éste el transporte es vertical y las reglas básicas del juego son claras: esencialmente cada ejemplar dispone de unos recursos y una radiación solar dados, los correspondientes al suelo ocupado, de manera que su tamaño insuperable dependerá de las particularidades de sus sistemas de transporte y aprovechamiento de energía. En la ciudad el transporte es esencialmente horizontal, y los yacimientos de recursos no están en principio acotados. Por supuesto que, explotando yacimientos energéticos cada vez más lejanos, la ciudad moderna puede seguir aparentando que resolverá sus problemas y continuar con su crecimiento, pero dada la inevitable pérdida de eficacia la solución nunca llegará: el sueño de la movilidad sin fin sólo engendrará la pesadilla del atasco perpetuo.

La diferencia entre el transporte horizontal y vertical es, ante todo, geométrica: los árboles, para hacer crecer su estructura no viva, están a expensas de que sus propios residuos caigan al suelo, se reciclen y vuelvan a entrar por las raíces. Un bosque puede explotar a los ecosistemas que le rodean pero, debido a la naturaleza vertical del transporte de los nutrientes, sólo puede hacerlo a través de las fronteras que le separan de ellos. La tasa de explotación es pequeña y lo es tanto más cuanto más grande es el bosque, pues según crece, la frontera que lo define es una fracción cada vez más pequeña de la masa total. Algunos bosques, dejados a su arbitrio, llegan a acumular tanta materia combustible respecto a la masa total que acaban incendiándose por una u otra causa, y el ciclo de la vida se renueva. En metáfora: el árbol y el bosque sienten y perciben hasta que punto han cerrado sus ciclos de nutrientes y desechos y gracias a ello alcanzan una identidad estable y encuentran una solución al problema de la propensión al crecimiento. Ello es posible gracias a que la parte crucial del ciclo de materiales se cierra en un espacio pequeño: sólo entonces un sistema puede medir sus costes y autorregularse. El coste físico de un objeto es, de nuevo, una propiedad emergente que no pertenece al objeto, al revés que ocurre con otras propiedades como la masa o la composición química. Por ello la medida del coste físico es elusiva, más difícil que pesar cosas, por ejemplo. Pero el árbol, acoplado estructuralmente al territorio que contiene los procesos que le afectan, puede tener un control adecuado sobre sus propios costes.

Por el contrario, el transporte horizontal permite que quedemos a merced de una percepción parcelaria, local, inconsciente del derredor, y por tanto insuficiente para una gestión adecuada de recursos y residuos. Así ocurre las más de las veces en la ciudad contemporánea y, especialmente, en las conurbaciones. La solución más sencilla para la basura en nuestra casa es obvia: sacarla a la calle. Para la basura en la calle, nada más fácil para un ayuntamiento que llevarla al vertedero. Y así sucesivamente. El camino de los recursos es simplemente

el contrario. Sin realizar el penoso esfuerzo de pensar y meditar, resulta cuando menos raro que alguien nacido y educado en tal ambiente pueda percibir la conexión entre un flujo y otro, y los beneficios o daños que pueda ocasionar más allá. Lo único que cuenta es la limpieza del cubo bajo el fregadero y la abundancia dentro del frigorífico. Y nada más espontáneo que considerar que los artefactos que posibilitan estas sencillas soluciones a nuestros problemas domésticos sean un estupendo logro de la civilización. Así ocurre con el automóvil, tal y como lo expresó con su habitual claridad FÉLIX CANDELA: «la invención y el desarrollo patológico de este instrumento de transporte son un producto típico de nuestra generación, y su evolución, uno de nuestros mayores orgullos. Sin embargo, resulta evidente que no es posible hacer habitables nuestras ciudades mientras exista. Ni siquiera un gobierno, por autoritario que fuera, podría enfrentarse al problema con soluciones drásticas. Veinticinco centavos de cada dólar americano se gastaban en algo relacionado con el automóvil. Su supresión significaría la bancarrota del país. La tragedia de los hombres de mi generación es que estamos ayudando a crear un mundo en el que no creemos.»

Todo tiene un coste y exige un esfuerzo. La propia gestión no escapa a esa regla: medir costes tiene también su coste. Mientras que para el árbol, debido a su autosuficiencia, ese coste es marginal, en la ciudad global resultaría insoportable, aún si sus habitantes tuvieran la voluntad de ser conscientes de dónde vinieron o a dónde fueron, y qué impactos ocasionaron cada uno de los objetos que consumieron o desecharon. La ciudad global no puede autorregularse. Citando otra vez a CANDELA, «un creciente número de personas tienen la errónea sensación de dominio sobre los productos de la técnica puesto que, a pesar de su ignorancia, pueden comprarlos con dinero, y una fe ciega en que la ciencia les resolverá todos sus problemas».

Mientras que el transporte horizontal fue escaso, las ciudades y pueblos funcionaron de forma parecida al árbol: residuos y recursos podían compararse y relacionarse. Las distintas mercancías podían incluso trocarse directamente sin necesidad de dinero. La propia moneda era mercancía: para ver su valor se pesaba. De manera consciente o inconsciente, era posible una percepción suficiente de todos los costes como para que su control fuera efectivo ¡incluso sin sistemas contables! La explosión del transporte horizontal exigió una reformulación intensa de la moneda y del dinero, hasta auparlo a la categoría de valor simbólico de poder que hoy nos resulta familiar. Se trata del mecanismo imprescindible para que el tráfico de mercancías pueda funcionar de manera ágil a largas distancias. Con el poder que otorga se intenta comprar todo: últimamente incluso el derecho a contaminar el planeta a través de los novedosos mecanismos financieros del Protocolo de Kioto. El moderno dinero no es ya siquiera el papel moneda: los sofisticados activos financieros son ya tan sólo anotaciones en cuentas electrónicas en instituciones con suficiente poder para hacerlas y a las que otorgamos nuestra confianza, por la simple y comprensible razón de mantener llena la despensa de nuestra cueva. Con este admirable instrumento y su creación a medida, el transporte permite a las ciudades la explotación sin límite del resto de los ecosistemas y territorios, propiciando el crecimiento sostenido del abismo entre ricos y pobres. Los valores monetarios amenazan con convertirse en nuestra única forma de percepción ecológica, encubriendo todo aquello que el árbol puede sentir y controlar de forma tan barata. Mientras que el árbol alcanza la sostenibilidad a través de su autosuficiencia en el territorio que habita, en la ciudad motorizada y monetarizada ni siquiera podemos percibir con claridad lo insostenible de nuestra vida, atrapados en un mundo de cuevas sobre el que no podemos hacer otra cosa que vender y comprar cosas que vienen y van. Este conflicto irresoluble entre tamaño y autorregulación es también una consecuencia de la proposición de GALILEO. A fin de cuentas, la información es un flujo sujeto a similares determinaciones físicas.

De la ciudad a la conurbación

A lo largo de su larga existencia, la especie humana ha puesto en juego mecanismos diversos para mantener a raya su propia propensión al desarrollo tal y como muestra la diversidad de formas civilizatorias que simultáneamente vieron nacer al siglo XXI: desde las poblaciones cazadoras/recolectoras hasta la jerarquía global de conurbaciones (la aldea global), pasando por las sociedades agrícolas neolíticas.²

Aunque no cabe hablar de mejor en ningún caso, el mecanismo de la ciudad agrícola, amurallada, explotadora y a la vez constructora de su derredor rural, engranada al flujo solar, es un paradigma digno de atención: como hicieron primero las bacterias y después las células nucleadas, se trata de un proyecto de cooperación colectiva, que construye una frontera, un límite entre sí y su entorno, y que dibuja un tamaño más allá del cual se impone la división y la fundación de nuevas ciudades.

La ciudad, propiamente, no es un organismo. La ciudad es un instrumento físico de la organización social que constituyen sus habitantes y sus mutuas relaciones. A la frontera física de la ciudad le corresponde la frontera perceptiva de su ciudadanía, de la que aquella no es sino metáfora edificada y construida. Es sobre esta frontera comunicativa sobre la que se construyen los mecanismos de autorregulación, de los cuales depende la ciudad en su operar. Mientras que la percepción ciudadana abarque la totalidad de su operar cíclico sobre el ambiente, la autorregulación es, cuando menos, imaginable. Las culturas neolíticas contemporáneas son buena y fehaciente prueba de ello (con independencia de que nos agrade o no su forma de vivir la vida). Por el contrario las ruinas

²En *The Natural History of Urbanization* (MUMFORD, 1956) se encuentra el análisis de los aspectos de miles de años de evolución urbana pertinentes para entender las conurbaciones actuales.

de las ciudades desaparecidas (Roma, Cartago, Babilonia,...) son testigos mudos de los frecuentes fracasos de esa sin duda frágil autolimitación, son ejemplos de la ruptura y el desbordamiento de la frontera urbana.

El "descubrimiento" de América puso de nuevo en acción el transporte a larga distancia (como en Roma): un territorio, virgen desde el punto de vista del conquistador, podía ponerse a disposición de las ciudades europeas. El oro que acababa en Holanda (según la versión más popular) es la mercancía paradigmática en este proceso: los territorios ultramarinos se utilizan como áreas de extracción de recursos y vertido de residuos producidos in situ: poblaciones expropiadas, sociedades indígenas desorganizadas, territorios esquilados. Un proceso emparejado con la extracción actual de todo tipo de minerales: petróleo, cobre, hierro, etc.

Para vencer uno de los principales mecanismos autorreguladores (la propia oposición indígena al expolio) fue necesario mejorar las formas políticas de la acaparación de recursos. Fue un proceso lento y simultáneo tanto en las metrópolis como en las colonias. Y una de sus principales consecuencias fue la transformación del dinero en valor simbólico, haciendo eficaz el transporte a larga distancia: gentes como Marco Polo no tienen hoy que viajar arrastrando colosales impedimentos que intercambiar en los mercados de un Lejano Oriente misterioso y desconocido: una simple anotación contable, transmitida electrónicamente, sirve como contrapartida de expediciones marítimas de colosal tonelaje que llegan a los vértices de la jerarquía urbana, las denominadas **ciudades globales**: New York, Los Angeles, Frankfurt, Tokio, etc. Marco Polo no tiene ya que salir de Venecia para comprar las exóticas mercancías del Oriente misterioso.

Dinero simbólico y transporte son dos ejes principales de vertebración de la jerarquía global de conurbaciones, la cual divide grosso modo el planeta en dos. Por una parte, los centros de disfrute y consumo de recursos; por la otra, las extensas áreas periféricas de extracción y expropiación de los mismos, véase la Figura 3. Para la eficaz conexión del vértice de la pirámide con su extensa base, las ciudades globales precisaron *partners* en las áreas de extracción: las megalópolis del Tercer Mundo. Cada conurbación propaló una panoplia de ciudades medianas y pequeñas convenientemente conectadas y situadas sobre las áreas de extracción, proceso que explica en parte la tendencia al hacinamiento de la población en ciudades grandes. Fue por ello que Patrick Geddes recurrió al neologismo **conurbación** para referirse a las ciudades globales y a las megalópolis, pues ya no resultaba posible recurrir a *polis*, *urb*, *civitas*, para distinguir una jerarquía urbana sin otro límite que el del propio planeta. No es broma decir que las ciudades mediterráneas españolas, como Denia, Palma de Mallorca, Benidorm, son barrios periféricos de Frankfurt o Londres...

La ciudad es más, mucho más, que física y biología, pero no puede escapar de los límites físicos y biológicos que afectan a la vida. La historia de la vida que conocemos es el despliegue de una organización compleja (jerarquizada en unos pocos niveles de organización) que consume una potencia energética constante, la recibida del Sol. Y cualquier forma biológica que se empeñe en aumentar su consumo energético manteniendo constante su complejidad parece, a la vista de la historia natural, destinada a la inadaptación y a la desaparición.

El creciente transporte a larga distancia, imprescindible sólo para la jerarquía de conurbaciones, implica un aumento del consumo de recursos minerales (combustibles fósiles y otros) que no puede traducirse en aumento de organización: simplemente es **tiempo perdido** (y el tiempo puede emplearse como una medida universal para la contabilidad de los recursos, véase VALERO, 1998). Y como duplicar la velocidad significa, como poco, cuadruplicar la energía demandada por un modo de transporte concreto, y puesto que las conurbaciones modernas han aumentado 10, 100, 1.000 veces las distancias respecto a aquella ciudad agrícola del neolítico (y por tanto la velocidad), se sigue un aumento del consumo energético de 100, 10.000, 1.000.000 de veces, como mínimo. Por supuesto que, en el corto plazo, es posible cambiar un modo de transporte por otro más eficiente (las caravanas de Marco Polo por las carabelas de Colón; los correos aéreos por Internet), pero se trata tan sólo de una maniobra de distracción, a la larga el tiempo perdido vuelve a aumentar según la distancia aumenta. Por más que popularmente se hable de crisis energética, nuestra crisis es de minerales y tiempo escasos. Es por ello que la **globalización** sigue siendo bastante parcial después de todo: el grueso del consumo sigue produciéndose a corta distancia pues de otro modo los costes habrían llegado a ser insoportables: el comercio global no alcanza ni a la mitad de los intercambios mundiales. Es por ello también que las ciudades globales albergan legiones de desposeídos y explotados, en barrios marginales: las áreas de extracción se sitúan tan cerca como sea posible, entrelazadas de forma intrincada con las áreas de consumo y disfrute: las bolsas de pobreza aparecen por ello cualquiera que sea la escala de nuestra mirada: países, regiones, ciudades, barrios, calles. En consecuencia, las peculiaridades geográficas del metabolismo urbano impiden a las ciudades globales ofrecer a toda su ciudadanía las ventajas de su posición en la jerarquía: cada conurbación formaliza su propia jerarquía local de centros de disfrute y consumo conectados a periferias de extracción o vertido; las conurbaciones se desgajan en zonas especializadas, sus poblaciones se segregan según cual haya sido la posición que les cayó en suerte en la jerarquía local, la diversidad de las periferias urbanas disminuye y, sobre todo en ellas, la complejidad necesaria a la organización cooperativa de la antigua ciudad amurallada se desvanece, siendo sustituida por una sociedad simplificada, organizada por la simple competencia, incluyendo violentos sucesos de ingobernabilidad.

Pensar en humanizar la vida urbana, evitar la completa desaparición del ágora y del espacio público, aspirar al bienestar en la ciudad, etc, pretender tales objetivos **sin previamente parar y revertir el crecimiento** es inútil e ilusorio. Y no sólo eso: muchas de las acciones en busca de esos nobles objetivos simplemente servirán para atemperar los conflictos, allanando algunas de las dificultades en la senda del crecimiento. Sé que esta conclusión

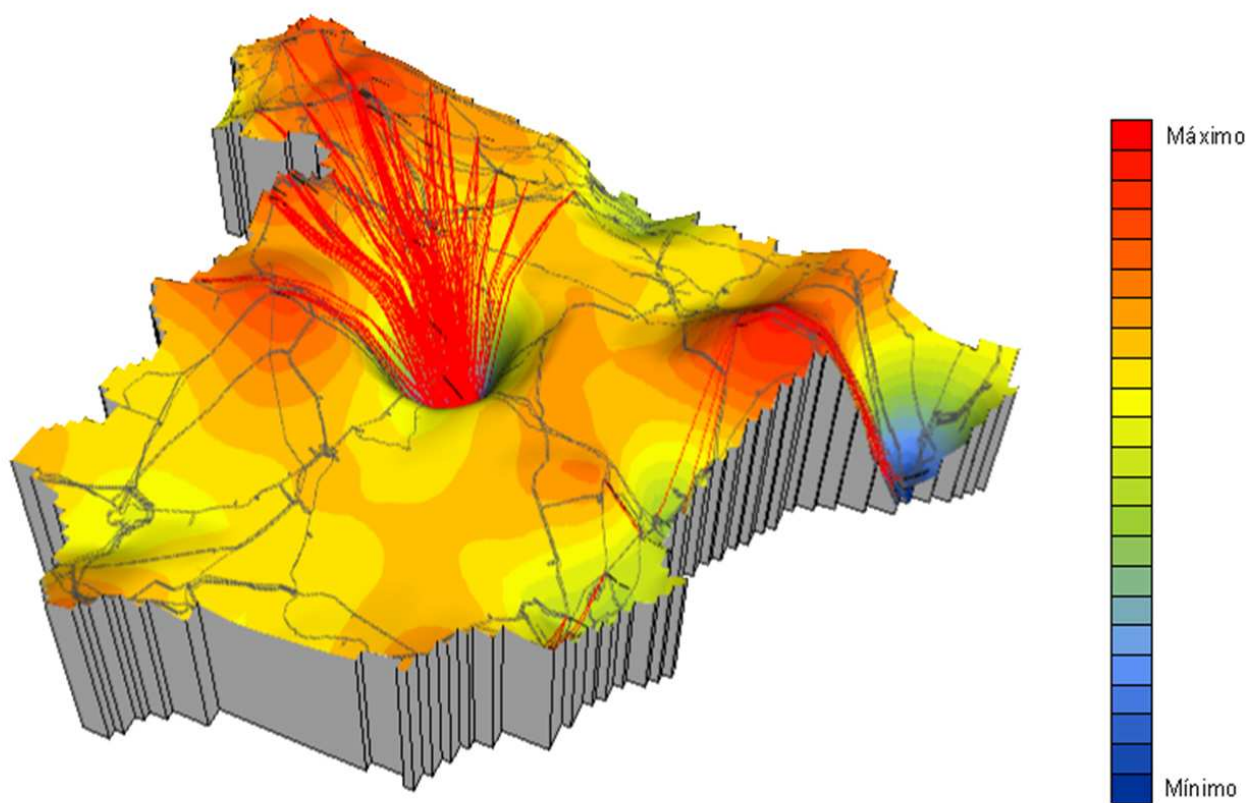


Figura 3: **Producción neta de electricidad en España**

En el mapa se representa la diferencia entre generación y consumo eléctrico en cada punto del territorio. Las grandes conurbaciones, Madrid y Barcelona, aparecen como grandes sumideros eléctricos.

tendrá inevitablemente lecturas pesimistas. Pero en la práctica debería aumentar nuestra determinación para actuar evitando cualquier componenda con las promesas del desarrollo acerca de nuestra felicidad futura: como razoné en estas mismas páginas (VÁZQUEZ, 2003b) tan sólo debemos **perder nuestro tiempo** en aquellas acciones que redunden inmediatamente en nuestro bienestar y en el de nuestros semejantes.

Referencias

CANDELA, FÉLIX

1985 *En defensa del formalismo y otros escritos*.
s.c.: Xarait Ediciones.

ESTEVAN, ANTONIO

2006 «Políticas locales ante el cambio climático: El impacto de la construcción y el transporte en el cambio climático»,
en *Estrategias a favor del clima*, Madrid: FEMP.

GEDDES, P.

1915 *Cities in evolution*.
versión española de Ed. Infinito, Buenos Aires, 1960

MARGALEF, RAMÓN

1992 *Planeta azul, planeta verde*.
Barcelona: Prensa Científica.

MARGALEF, RAMÓN

2000 «El marco ecológico para iluminar la sociedad actual»,
en *Economía, ecología y sostenibilidad en la sociedad actual*, Madrid: Siglo XXI.

MUMFORD, LEWIS

1938 *The Culture of Cities*.
versión española de EMCE, Buenos Aires, s/f, 3 volúmenes

MUMFORD, LEWIS

1956 «The Natural History of Urbanization»,
en *Man's Role in the Changing the Face of the Earth*, WILLIAM L. THOMAS, JR (ED.), Chicago & London: University of Chicago Press. (Hay traducción castellana de CARLOS JIMENEZ ROMERA: «Historia natural de la urbanización.», <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n21>.)

NAREDO, JOSÉ MANUEL

1996 «Sobre los orígenes, el uso y el contenido del término sostenible»,
en *La construcción de la ciudad sostenible*., edición digital:
<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>.

NAREDO, JOSÉ MANUEL

2004 «Diagnóstico sobre la sostenibilidad: La especie humana como patología terrestre»,
Archipiélago, número 62.

NAREDO, JOSE MANUEL; Y ANTONIO VALERO (DIRS.)

1999 *Desarrollo económico y deterioro ecológico*.
Madrid: Visor Distribuciones.

NAREDO, JOSÉ MANUEL; Y JOSÉ FRÍAS

2003 «El metabolismo económico de la conurbación madrileña. 1984-2001»,
Economía industrial, número 351, v. III.

OSE

2006 *Cambios de ocupación del suelo en España*.
Alcalá de Henares: Observatorio de la Sostenibilidad de España.

RIFKIN, JEREMY

2007 «*Homo urbanus*, ¿celebración o lamento?»,
El País, Madrid, 6 de enero de 2007.

VALERO, ANTONIO

1998 «Termoeconomía: El punto de encuentro de la Termodinámica, la Economía y la Ecología»,
Boletín CF+S, número 5, <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n5/>.

VÁZQUEZ ESPÍ, MARIANO

2003 «La ocultación de la mentira»,
en *Ecología y ciudad*, Madrid, El Viejo Topo, pp. 7384.

VÁZQUEZ ESPÍ, MARIANO

2003b «Construcciones utópicas: tres tesis y una regla práctica»,
Polis, V. II, número 6, pp. 203–217.